

포인트 모델을 이용한 평면 4 절 링크 함수 발생 장치의 설계

Mechanism Synthesis of Planar four-bar linkage Using Point Model

홍 정 열* · 유 흥 희†
Jung Ryeol Hong, Hong Hee Yoo

1. 서 론

기구 설계는 입력 운동을 원하는 출력 운동으로 변환하기 위해 기구의 형태 및 치수를 결정하는 것을 목적으로 한다. 주어진 상황과 목적에 따라 기구의 종류가 다양하기 때문에 설계자는 원하는 운동 특성을 갖는 기구를 정확하게 설계해야 하며, 이와 같은 과정을 기구 합성이라고 한다.

기구 합성은 일반적으로 링크의 형태와 조인트의 종류를 결정하는 형태 합성과정과 링크의 치수를 결정하는 치수 합성 과정으로 구분되며 이를 반복 수행을 통해 원하는 기구를 얻는다. 초기 후보 기구를 결정하는 형태 합성과정의 경우 설계자의 직관과 경험에 의존성이 높고 치수 합성의 경우 많은 시행 착오를 통해 원하는 기구를 얻는데 많은 시행 착오를 겪는다. 이를 개선하기 위해 최적화 방법을 기반으로 형태 합성과 치수 합성을 하나의 최적화 문제로 정의하여 기구 합성을 하는 통합 기구 합성법이 제안되었다. 본 연구에서는 대표적인 통합 기구 합성법인 강성 가변 스프링으로 연결된 블록 모델을 개선하여 평면 상에서 기구 운동을 가장 손쉽게 표현 가능한 평면 4 절 기구의 통합 기구 합성법을 위한 모델을 제안하였다. 평면 상에 위치 정보와 강성 정보를 가지는 임의의 부싱 포인트들을 모델링하고 기구 합성 문제를 목적함수로 갖는 최적화 문제를 정의하여 이를 통해 얻은 해로 링크의 길이와 조인트의 종류를 결정하였다. 기구 합성 결과로 얻은 평면 4 절 기구는 Recurdyn 프로그램으로 모델링한 결과와 비교하여 검증하였다.

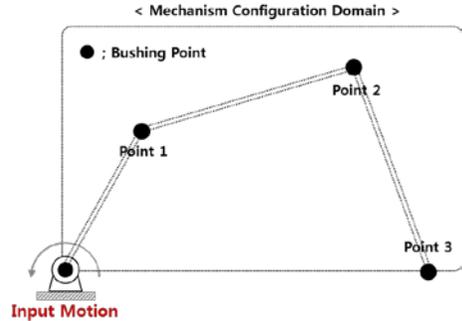


Fig. 1 Bushing point model

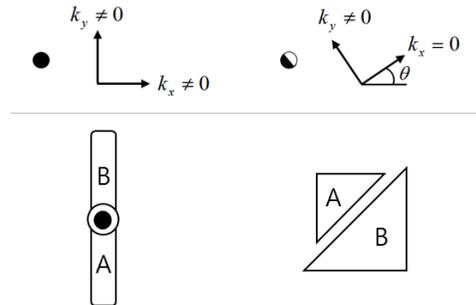


Fig. 2 Joint types of bushing point model

2. 평면 링크 기구 설계

2.1 설계 문제 정의

Fig. 1 은 본 연구에서 제시한 부싱 포인트 모델을 도식화 하여 나타낸 것이다. 기구 설계 문제를 정의 하기 위해 기구에 가해지는 입력 운동은 지면에 고정된 핀 조인트로부터 설계 문제에 따라 임의로 주어진다. 주어진 설계 공간에 따라 임의의 위치를 갖는 3개의 점들은 설계 공간 안에서 자유롭게 움직일 수 있다. 또한 임의로 위치한 점들은 x, y 방향 강성 값과 자세를 가진다.

† 교신저자; 정희원, 한양대학교 기계공학과
 E-mail : hhyoo@hanyang.ac.kr
 Tel : 02-2220-0446, Fax : 02-2299-8169
 * 정희원, 한양대학교 기계공학과

2.2 조인트 타입 결정

Fig.2는 최적화 결과로 얻은 강성 값들을 이용하여 조인트 타입을 결정하는 방법을 나타낸 것이다. x, y방향 강성 값들이 모두 최대값을 가질 경우에는 핀 조인트를 표현 할 수 있으며 x, y 중 한 방향만 강성 값이 존재 할 경우에는 슬라이딩 조인트를 구현 할 수 있으며, 축의 자세로써 슬라이딩 방향을 결정 할 수 있다.

2.3 최적화 문제 정의

Find $k_{xl}, k_{yl}, \theta_l, x_m, y_m, x_c, y_c$

Minimize $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(x_{di} - x_{gi})^2 + (y_{di} - y_{gi})^2]$

subject to

$$1 - \frac{2}{k_{\max} - k_{\min}} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| k_{ai} - \frac{k_{\max} + k_{\min}}{2} \right| \leq \varepsilon \quad (1)$$

$$k_{\min} \leq k_{al} \leq k_{\max}$$

$$0 \leq \theta_l \leq \frac{\pi}{2}, \quad x_{ml} \leq x_m \leq x_{mU}, \quad y_{ml} \leq y_m \leq y_{mU}$$

$$\text{where } a = x, y \quad l = 1, 2, 3 \quad m = 1, 2, 3$$

식 (1) 부싱 포인트 모델을 이용하여 경로 합성 문제를 목적함수로 갖는 최적화 문제를 정의한 것이다. 부싱 포인트들의 위치와 x, y 강성 값, 자세, 커플러 점의 위치를 설계 변수로 설정 하였다. 강성 값들은 조인트의 종류를 손쉽게 결정할 수 있도록 최적화 해로 얻는 강성 값들이 최대 혹은 최소 값을 갖도록 구속조건을 정의 하였다.

Fig. 3 은 최적화 결과로 얻은 해와 Recurdyn 프로그램을 이용하여 모델링한 결과로 커플러 점의 위치 차이를 비교한 그래프이다. 각 점들의 위치의 차이는 1.1×10^{-4} 으로 나타났으며 이를 통해 본 연구에서 제안된 모델을 검증하였다.

3. 결론

본 연구에서는 통합 기구 합성법으로 부싱 포인트 모델을 이용하여 평면 4절 기구 합성법을 제안 하고 기구 합성 문제에 적용하였다. 다양한 기구 합성 예제를 통하여 입력 운동을 원하는 출력 운동으로 변환시키는 기구를 설계하였고 다물체 동역학 프로그램인 Recurdyn을 이용하여 기구 합성 결과를 검증 하였다.

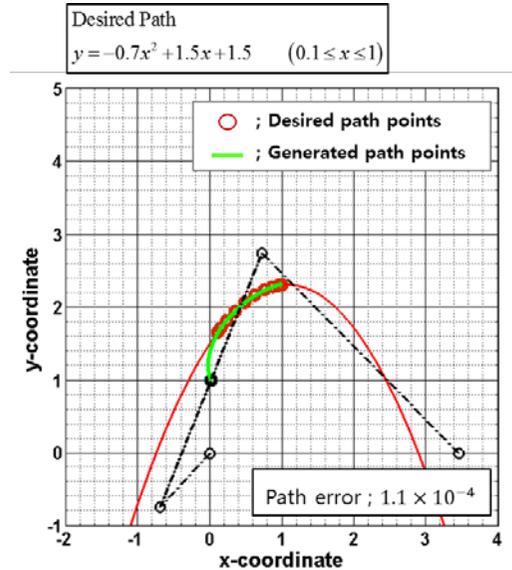


Fig. 3 Mechanism synthesis result

후 기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2011T100200116)

참고문헌

- (1) Naik, D. P. and Amarnath, C., 1989, "Synthesis of Adjustable Planar 4-Bar Mechanism," *Mechanism and machine theory*, Vol. 24, No. 6, pp. 523~526.
- (2) Kim, Y. Y., Jang, G. W., Park, J. H., Hyun, J. S. and Nam, S. J., 2007, "Automatic Synthesis of a Planar Linkage Mechanism With Revolute Joints by Using Spring-Connected Rigid Block Models," *Transactions of the ASME*, Vol. 129, pp. 930-940.
- (3) Kim, B. S. and Yoo, H. H., "Unified synthesis of a planar four-bar mechanism for function generation using a spring-connected arbitrarily sized block model," *Mechanism and machine theory*, Vol. 49, No. 3, pp. 141~156.